

福井大学平成 22 年度重点研究「競争的配分経費（若手研究者支援）」 河川流下に伴う水質変動に関する調査

研究代表者： 三浦 麻（教育地域科学部・准教授）

概 要	福井県北部の農業地帯を貫流する観音川を対象として、水質の改善が求められる北潟湖の水質環境に対する面源汚染からの環境負荷物質の流出に関する地域特性を把握することを目的に休耕期における河川水質調査を行った。その結果、河川水中の有機物（COD）ならびに全窒素（TN）の濃度は、下流地点において湖沼水質基準を超過していた。一方、河川中流域においては、自然浄化作用により負荷量が抑制されていた。全リン（TP）濃度と懸濁物質（SS）との間に相関はなく、調査期間における TP の負荷源は土壌粒子由来ではなく家庭排水であると評価した。また、いずれの水質項目についても下流域で上昇傾向があり、これは要因の一つに汽水湖である北潟湖の潮位変動による湖水の遡上であることを示唆した。これらの結果から、河川中の環境容量を超過するような負荷物質の削減を行うために、負荷源からの流出負荷量と流出時期の把握が重要である。
関連キーワード	面源負荷源、富栄養化、COD、TN、TP、環境容量

研究の背景および目的

地域における水質環境の保全において、集水域から排出される負荷量を適性に管理することが最も効果的な対策手法である。一般的には、下流域における閉鎖性水域の富栄養化を進行させているのは、人間活動に伴う過剰な栄養塩類の流入であり、これを削減して適正な流入負荷量に制御することが水質環境の保全につながる根本的な対策手法となる。集水域内には各種の負荷源が存在している。大きく分類すると、地図上で特定することが可能で、かつ、排出される量と濃度の時間変動が小さいと定義される点源負荷源と、それ以外の負荷源から排出し、地点の特定が困難で排出される量と濃度の変動が大きいと定義される面源負荷源に分けられる。下流域の水質環境の保全のためには、上流からの負荷を削減する必要がある。特に外部負荷として排出源が特定しにくい農地などの面源負荷の削減が重要となる。また、排出負荷の発生源は流域を反映して特色を持つためその地域性を明らかにすることが不可欠である。

本研究の対象河川の下流域に位置する北潟湖は、福井県嶺北地方の代表的な汽水湖である。また、北潟湖に流入する観音川は、当該湖の東側から農業地帯を貫流する河川である。福井県公共用水域の水質測定結果（H21）によると、嶺南地方に位置

する三方五湖とともに、有機性汚濁の指標である化学的酸素要求量（COD）ならびに富栄養化の指標となる全窒素（TN）および全リン（TP）は環境基準を達成していない。また、観音川下流域における唯一の水質観測地点データによると、特に TN の濃度についても湖沼環境基準を達成していない。

流域の水環境保全対策を講じるためには、集水域の物質流出過程の解明が重要となる。そのためには既往の解析事例を参考にするだけでなく、河川水質のダイナミックな解明が必要であり、継続的な現地調査による現象解明と数値モデル解析が有効となる。同時に北潟湖は農産漁業を含む生産環境であること、地域観光資源ならびに汽水湖であることを影響項目として考慮し、地域特有の水質に関する原単位（単位面積あたりの排出負荷量）を決定することが必要である。

本研究では、調査初年度として適切な採水地点の選定と観音川における水質変動の地域特性を把握することを目的とした。晩夏から初冬の期間において、農業活動がほぼ休耕期に入り、負荷要因が比較的単純な期間について、観音川上流から下流までの領域で連続採水調査を行い、それによって得られた水質分析データに基づいて、対象流域の水質環境の地域特性についての検討を行った。

研究の内容および成果

【研究内容】観音川（延長 5.36 km）は流域面積約 220 ha であり、流域内に 400 世帯あまりの集落が点在する。本研究では上流域宇根地区から下流域北潟湖流入地点金津町までの 9 地点を選定した。調査期間は平成 22 年 9 月～12 月に隔週で採水調査を行った。採水地点の主な土地利用状況は林地（地点 A）、民家（地点 R1, R2, R3）、農地（地点 F1, F2, F3）、その他（2 地点）である。調査項目の水温、pH、電気伝導度（EC）および溶存酸素量（DO）は現地に

おいて測定した（HORIBA D-54, OM-51）。採取したサンプルは、工業排水試験方法によって汚濁物質である有機物（COD）（JIS K0102 17.）、全窒素および全リン（TN および TP）（JIS K0102 45.2 ならびに JIS K0102 46.3.1）、および懸濁物質（SS）（JIS K0102 14.1）を室内にて分析を行った。また、河川中の負荷量変動を把握するために、本調査期間と同時期の観音川河川観測所の過去 3 年間の流量データを用いて算出した。負荷量の算出方

法は、以下の式による．[負荷量] ($\text{mg} \cdot \text{day}^{-1}$) = [採水地点における物質濃度] ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) \times [流量] ($\text{L} \cdot \text{day}^{-1}$)．

【研究成果】室内水質分析で得られた COD および TN 濃度は、湖沼の環境基準値（それぞれ 5 mg/L 、 1 mg/L ）を COD ではほぼ全地点で下回ったが、TN では下流域（地点 F3、R3）で超過した．河川水中の負荷物質の変動を見るため、図 1 に採水地点における河川水中の COD および TN の負荷量変動を示す．中流域（地点 F1、R2、F2）において COD 負荷量変動は横ばいとなり、TN は地点 F2 で低下した．このことは、中流域では DO 値 8 mg/L 以上で十分な酸素と常に流速 ($0.5 \sim 1 \text{ m/s}$) を保持していたことから、上流域から流入・蓄積された負荷物質が河川流路を経るに従い、河川中における微生物分解作用または物質拡散等による自然浄化機能が働くことによって負荷量が低下したことを示唆した．

一方、TP 濃度はすべての採水地点で湖沼環境基準値 (0.1 mg/L) を下回った．河川水中の TP および SS の負荷量変動を図 2 に示す．TP と SS の濃度の相関は低く、SS に含まれる土壌粒子は少なかったとみられる．降雨現象を考慮した場合には、リンと結合しやすい土壌粒子が林地や農地等から流出され、TP 濃度の顕著な変動と負荷量の上昇が予想される．また本調査においては、民家地点で TP 濃度の上昇があったことから、負荷源として家庭排水がリン濃度に影響したといえる．

さらに、いずれの水質項目においても下流域（地点 F3 および R3）の負荷量が上昇した（図 1、図 2）．これは、取得した EC の値から判断して、人為的要因による負荷物質の排出に加えて、汽水湖である北潟湖の潮位変動による塩水の遡上が要因となっていることが示唆される．つまり、湖水遡上によって河川流が停滞あるいは逆流し、河川下流域内に環境負荷物質が蓄積される閉鎖性水域と同様の現象が生じたといえる．また、調査前半期間（9 月～10 月）では水温が $15 \sim 30^\circ\text{C}$ であり、pH 値がアルカリ性を示していた．これは増殖条件が水温 15°C 以上である植物プランクトンがこの期間で活発であったことを示す．すなわち、下流域では水温が高い初秋期までは富栄養化による植物プランクトンの増殖によるアオコ現象の可能性が指摘される．

以上の結果から、休耕期における観音川の流路

には排出負荷による環境容量を超過することなく、自然浄化によって良好な水質の維持が可能な地点と人為的および地形的要因によって水質悪化を招く地点が存在することが明らかとなった．このことから、環境容量を超過するような負荷物質の削減を行うために、流出負荷量と流出時期の把握が重要となる．今後は本調査に加えて、耕作期間における農作業（代かき、田植え、中干し）による肥料の流出負荷の河川水質に対する影響の程度ならびに水文条件について明らかにする．

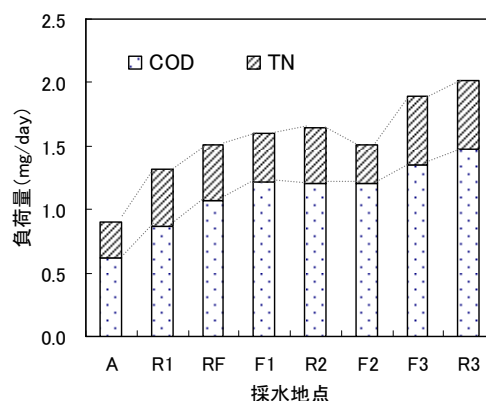


図 1 河川流下に伴う有機物（COD）および全窒素（TN）の平均負荷量変動

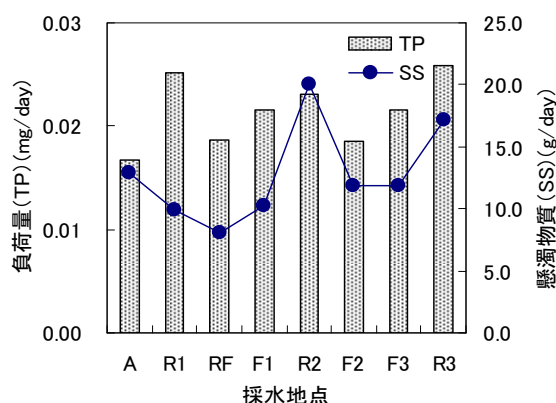


図 2 河川流下に伴う全リン（TP）および懸濁物質（SS）の平均負荷量変動

本助成による主な発表論文等、特記事項および競争的資金・研究助成への申請・獲得状況

「主な発表論文等」

本助成による研究成果は、データの蓄積と更なる解析を進めた上で、学会への発表を予定している．

「特記事項」

【謝辞】本研究を行うにあたり、あわら市役所大味氏、西田氏にご協力を、また福井県三国土木事務所には観音川観測点における流量データをご提供いただきました．記して感謝を申し上げます．

本研究で得られた調査解析データは、汚濁物質

除去を目的とした浄化材の研究開発における基礎データとしても活用する．

「競争的資金・研究助成への申請・獲得状況」

（独）日本学術振興会、平成 23 年度科学研究費補助金、基盤 C、H23～H25、木炭の表面改質による水質浄化担体の開発、代表、申請中．

（独）科学技術振興機構、A-STEP（探索タイプ）、木質炭化物の改質による、栄養塩類除去能付加を目指す新環境浄化材開発、H23、代表、申請中．